Einige durch Botrytis cinerea erzeugte Krankheiten gärtnerischer und landwirthschaftlicher Culturpflanzen und deren Bekämpfung.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät der Königl. Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Lorenz Hiltner,
Assistent der Kgl. pflanzenphysiologischen Versuchsstation Tharand,
am 8. Juli 1891.

Mit einem Anhang: Untersuchungen über die Gattung Subularia.

Tharand,
Buchdruckerei von B. Weisser.
1892.

Einige durch Botrytis cinerea erzeugte Krankheiten gärtnerischer und landwirthschaftlicher Culturpflanzen und deren Bekämpfung.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät der Königl. Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Lorenz Hiltner,
Assistent der Kgl. pflanzenphysiologischen Versuchsstation Tharand,
am 8. Juli 1891.

Mit einem Anhang: Untersuchungen über die Gattung Subularia.

Tharand,
Buchdruckerei von B. Weisser.
1892.

Alle Rechte vorbehalten.

Seinem verehrten Lehrer,

Herrn Dr. Max Reess,

Professor der Botanik an der Universität Erlangen,

in aufrichtiger Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535708_0032

Seit dem Jahre 1886 werden an der pflanzenphysiologischen Versuchs-Station zu Tharand mit zahlreichen Sorten von Matthiola annua Versuche über verschiedene Fragen, welche sich auf die Blüthenverhältnisse beziehen, ausgeführt, deren Ergebnisse zum Theil bereits im Jahre 1888 zur Veröffentlichung gelangten.[1])

Das Samenmaterial, dem die Versuchspflanzen entstammen, wird theils alljährlich von den besten Levkojenzüchtern Deutschlands bezogen, theils von uns selbst durch Kreuzungen gewonnen.

Von den stets in Fliesspapier vorgekeimten Samen werden gewöhnlich je 10 in einen ca. 5 l. fassenden Topf eingesetzt; als Nährmedium dient eine Mischung von 1 Theil Gartenerde mit 2 Theilen Sand, die von Zeit zu Zeit mit Tharander Normallösung begossen wird.

Die von uns bisher in jedem Jahre gezogenen Levkojenpflanzen zeigten stets ein normales, meist sogar üppiges Wachsthum, was von zahlreichen Fachleuten, welche dieselben gesehen haben, bestätigt wurde, und auch aus dem von uns in den oben erwähnten Publikationen mitgetheilten Zahlenmaterial hervorgeht. Eine etwaige durch ungünstige Vegetations-Verhältnisse bedingte Prädisposition unserer Kulturen für Krankheiten ist daher durchaus nicht vorhanden.

Trotzdem hatten dieselben hie und da unter den Angriffen von Parasiten zu leiden.

So erschien im Juli 1889 auf den Blättern vieler bereits blühender Levkojenpflanzen die rasch um sich greifende **Peronospora parasitica de By.** Bespritzen der befallenen Blätter mit Kupferkalkmischung vermochte der Vermehrung des Pilzes nicht vollständig Einhalt zu thun, auch als Schutzmittel für die noch nicht erkrankten Blätter hat sich dieses Fungicid nicht besonders bewährt. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass wir letztere Bekämpfungsart nur einmal versuchsweise bei einem Theil der Pflanzen in Anwendung brachten, da wir, um unsere Versuche nicht allzustörend zu beeinflussen, im allgemeinen das Bespritzen der noch gesunden Theile vermeiden wollten. Unsere Absicht, den Pilz gänzlich zu vernichten, gelang vortrefflich durch Bepinseln der befallenen Blätter mit 0,1 procentiger Sublimatlösung, welche die ohnehin nicht mehr zu rettenden Blätter

[1]) Landw. Vers. Stat. 1888. XXXV. 137—159.

sammt dem in ihnen vegetirenden Pilz zum Absterben brachte. Von Tag zu Tag verringerte sich durch die consequente Anwendung des Verfahrens, das natürlich nur unter kleineren Verhältnissen durchführbar ist, die Zahl der pilzbehafteten Blätter und nach ca. 3 Wochen war die Gefahr vollständig beseitigt. Im Jahre 1889 ist bekanntlich auch Peronospora viticola am Weinstock und Phytophthora infestans auf der Kartoffel in grösserem Masse aufgetreten, als gewöhnlich, was wohl den Schluss berechtigt, dass dieses Jahr der Entwicklung der Peronosporeen besonders günstig war. Die ausserordentliche Abhängigkeit des Gedeihens derselben von den Witterungsverhältnissen dürfte auch daraus hervorgehen, dass Peronospora parasitica im Jahre 1890 ungefähr zur selben Zeit wieder auf unsern Levkojen sich einstellte, aber ganz im Gegensatz zu ihrem Verhalten im Vorjahre nur ein langsames Wachsthum zeigte, fast nie Sporen bildete und schliesslich ohne unser Hinzuthun von selbst wieder verschwand.

Weit verderblicher für die Levkojenpflanzen als dieser streng obligatorische Parasit, erwies sich der **graue Traubenschimmel, Botrytis cinerea,** trotzdem derselbe nur unter besonderen Ernährungsbedingungen im Stande ist, lebende Pflanzentheile anzugreifen.

Die interessanten biologischen Verhältnisse, welche Botrytis darbietet, sind durch zahlreiche Forscher bereits eingehend studiert und beschrieben worden. In dieser Richtung bringen daher die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen und Versuche, abgesehen von manchen bemerkenswerthen Einzelheiten, meist nur eine Bestätigung von bereits Bekanntem, allerdings für einen bisher publicistisch noch nicht erörterten Specialfall. Ich möchte dieselben daher unter dem Gesichtspunkt betrachtet wissen, unter dem sie geschrieben sind: in Berücksichtigung der einer gärtnerischen Versuchs-Station zukommenden Aufgabe, dem praktischen Gärtner ein Beispiel dafür zu bieten, in welcher Weise eine die Pflanzen heimsuchende epidemische Krankheit erfolgreich bekämpft werden kann.

Botrytis wurde im August 1887 zum ersten Male auf unseren Levkojen beobachtet. Der Pilz befiel namentlich die Blumenblätter der gefüllt blühenden Pflanzen und bedeckte dieselben mit seinen zierlichen Fruchtträgern; auf die übrigen Theile der Pflanzen, als Schoten, Blüthenstengel pp. ging er nur äusserst selten über, so dass ein erheblicher Schaden durch ihn nicht verursacht wurde. Die im Herbst dieses Jahres ausgeführte Ernte lieferte fast durchgehends hochgewichtige, vollständig ausgereifte Samen, von denen ein Theil im Frühjahr 1888 in der oben beschriebenen Weise neben neu bezogenen Samen zur Aussaat gelangte. Dieselben erwiesen sich bei der Vorkeimung in Fliesspapier durch ihre hohe Keimungsenergie und gute Keimkraft, welche innerhalb 10 Tagen meist zwischen 90—100

Procent schwankte, den besten der von Züchtern überkommenen Samen als ebenbürtig. An den kleinen Keimlingen, welche, nachdem sie 5—10 mm lange Würzelchen getrieben hatten, in Erde eingesetzt wurden, zeigte sich durchaus nichts Abnormes. Bemerkt wurde nur der Umstand, dass die wenigen Samen jeder Sorte, welche überhaupt nicht keimten, von Botrytis besetzt waren, während sonst auf den im Keimbette verfaulenden Levkojensamen meist andere Schimmelpilze, namentlich Penicillium und Aspergillus aufzutreten pflegen. Es war hiernach zu vermuthen, dass im Herbst des vorhergegangenen Jahres Sporen des damals bereits auf den Levkojen nachgewiesenen Pilzes auf die Samen gelangt seien. Eine besondere Beachtung wurde aber diesem Vorkommniss nicht zu Theil, da das Auftreten von Schimmelpilzen verschiedenster Art auf den nicht keimfähigen Samen eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist, und die schon erwähnte hohe Keimkraft der Samen, sowie das gute Aussehen der Keimlinge eine Benachtheiligung derselben durch Botrytis nicht annehmen liess. Diese Auffassung erwies sich jedoch sehr bald als eine zu optimistische. Zunächst fiel es auf, dass im Gegensatz zu den bis dahin von uns gemachten Erfahrungen ein nicht unbeträchtlicher Theil der eingesetzten Keimlinge nicht aufging. Zudem starben von den aufgelaufenen, anscheinend gut stehenden jungen Pflänzchen sehr viele ab, indem das hypocotyle Glied direct über dem Boden umknickte. Dieses Umfallen der Keimlinge währte ungefähr 3 Wochen, bis zur Zeit, zu welcher dieselben die ersten Laubblätter vollständig entfaltet hatten. Von da an zeigten zwar noch verschiedene Pflänzchen längere Zeit hindurch ein kümmerliches Wachsthum, die unteren Blätter verwelkten und vertrockneten, sobald aber der krankhafte Zustand einmal überwunden war, liess sich irgend eine Nachwirkung desselben nicht mehr wahrnehmen.

Die Krankheit hat im ganzen von 1697 eingesetzten Keimlingen 766, also 45,14 Proc. vernichtet; 463 = 27,28 Proc. waren überhaupt nicht aufgegangen, 303 = 17,86 Proc. gingen nach dem Auflaufen zu Grunde. Dass Botrytis die Epidemie hervorgerufen, schien schon nach dem makroskopischen Befunde in hohem Grade wahrscheinlich. Die nicht aufgegangenen Keimlinge waren vollständig von dem Mycel dieses Pilzes umsponnen, und an der Stelle, wo ein umfallender Keimling gestanden hatte, brach sehr bald nach dessen Hinwegnahme, welche stets sofort nach der ersten Wahrnehmung der Erkrankung erfolgte, ein Botrytis-Räschen aus dem Boden hervor. Die von mir ausgeführten, mikroskopischen Untersuchungen lassen über die Beziehung der Botrytis zur Erkrankung der jungen Levkojenpflänzchen nicht den geringsten Zweifel. Indem ich über die Einzelheiten des Krankheitsverlaufes auf das hierüber weiter unten

Gesagte verweise, will ich hier nur als allgemeinen Befund erwähnen, dass das Umfallen der Keimlinge durch das Absterben der Wurzel veranlasst wird, welche mehr vertrocknet als verfault erscheint.

Der Gefahr, durch den Pilz getödtet zu werden, waren die Pflänzchen entgangen, sobald sie neben der Hauptwurzel einige kräftige Seitenwurzeln getrieben hatten, zu deren Vernichtung die parasitische Kraft der Botrytis nicht mehr ausreichte.

In Bezug auf die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Sorten gegen Botrytis liess sich ein Unterschied nicht wahrnehmen; die Krankheit riss ganz regellos ihre Lücken. Der von uns selbst gehegte Verdacht, es möchten die durch Kreuzung gewonnenen Samen vielleicht weniger widerstandsfähige Pflänzchen erzeugt haben, wurde durch die Thatsache als falsch erwiesen, dass fast durchgängig innerhalb ein und derselben Sorte die Pflänzchen, welche aus durch Kreuzungen entstandenen Samen hervorgegangen waren, weniger Einbusse erlitten, als die übrigen.

Die Vermuthung, die Sporen des schädlichen Pilzes seien im Herbst 1887 auf die Samen gelangt, fand sich durch die Beobachtung bestätigt, dass die Keimlingskrankheit nur in den Versuchsreihen auftrat, welche aus Samen dieses Jahres hervorgegangen waren. Von den in zahlreichen Töpfen gleichzeitig gezogenen Levkojenpflänzchen, die anderem Samenmaterial entstammten, wurde nicht ein einziges von dem Pilze befallen, trotzdem die Samen einiger der hier in Frage stehenden Sorten sehr schwächlich entwickelt waren.

Während des grössten Theils des Sommers blieben die Levkojen von Botrytis verschont. Der Pilz war aber nicht etwa verschwunden, er führte jetzt nur ein rein saprophytisches Leben, indem er auf abgefallenen Blüthen und Laubblättern der bereits kräftig herangewachsenen Pflanzen sich ansiedelte. Erst im August, also zur selben Zeit wie im Vorjahr, erschien er wieder auf den Blumenblättern, namentlich bei solchen gefüllt blühenden Sorten, deren einzelne Blüthen sehr dicht gedrängt stehen, wie z. B. bei der „Schneeflocke“. Er liess sich verhältnissmässig leicht in Schranken halten, sobald man durch Entfernen einzelner Blüthen die Trauben lockerer machte und dadurch der vorher abgeschlossenen Luft Zugang verschaffte.

Durch Infectionsversuche mit Sporen konnte nachgewiesen werden, dass die aus denselben hervortretenden Keimschläuche auch ohne vorhergegangene saprophytische Ernährung im Stande sind, in die Blumenblätter einzudringen, wobei jedoch nicht zu verkennen war, dass die jüngeren, höher stehenden Blättchen einer gefüllten Blüthe bedeutend widerstandsfähiger sind, als die älteren. Andrerseits erwies sich selbst gekräftigtes Mycel als vollständig unfähig, die grünen gesunden Theile der Levkojen-

pflanzen zu schädigen. Dicht mit Botrytis besetzte Blumenblätter auf Schoten oder Laubblätter gelegt, liessen nicht die geringste Einwirkung auf letztere wahrnehmen. Brachte man die Sporen in eine Verletzung der Schoten, so vermochte der Pilz in den meisten Fällen sich festzusetzen, und überzog bald die ganze Schote mit dicht stehenden Fruchtträgern; Eine Infection verletzter Laubblätter hatte dagegen keinen Erfolg. Auf die Narben und Antheren der Blüthen, welche nach E. Kissling[1]) bei Gentiana lutea zuerst befallen werden, ging der Pilz nie über.

Sclerotien, auf denen Becher zu erziehen bisher nicht gelungen ist, erzeugte die Levkojenbotrytis nur auf abgestorbenen Stengeln und Blättern, nachdem dieselben den Winter über gelagert waren.

Ueberblicken wir nach dem vorstehend Mitgetheilten kurz das Verhältniss der Botrytis zu Matthiola annua, so finden wir, dass der Pilz nur in den zwei extremen Lebensphasen der Levkoje auf dieser als Parasit aufzutreten vermag, indem er einerseits die jungen, zarten Keimpflänzchen, andrerseits die alten Pflanzen, welche den Höhepunkt ihrer Vegetation bereits überschritten und dadurch an Widerstandsfähigkeit eingebüsst haben, befällt. In der dazwischen liegenden Periode aber, d. h. während der ganzen Zeit kräftigen Wachsthums der Levkoje, ist dieselbe vor den Angriffen des Pilzes vollkommen geschützt.

Bevor wir im Jahre 1889 unsere Versuche mit Levkoje wieder begannen, war es selbstverständlich unser Bestreben, die Wiederkehr der gefährlichen Keimlingskrankheit thunlichst zu verhindern. Die Gefahr, dass dieselbe bei Unterbleiben von Gegenmassregeln sich wieder einstellen werde, war um so grösser, als die Art unserer Versuche es nöthig machte, die Ernteprodukte von 1887, welche als von Botrytis inficiert sich erwiesen hatten, wieder mit zur Aussaat zu bringen.

Das Verhalten der betr. Samen im Keimbett und die mikroskopische Untersuchung vieler derselben ergab, dass der Pilz nicht in die Samen selbst eingedrungen, sondern nur die Oberfläche derselben von Sporen, bezw. meist kurzen Keimschläuchen bedeckt war. Demnach musste die Krankheit verhütet werden können, falls es gelang, diese Sporen zu tödten, ohne zugleich schädigend auf die Samen selbst einzuwirken.

Um die Beweiskraft der Versuche mit verschiedenen Desinfectionsmitteln, welche hier in Frage kamen, grösser zu machen, schien es geboten, die Anzahl der auf der Oberfläche der Samen vorhandenen Botrytissporen erheblich zu vermehren. Die Samen einer bisher nicht inficierten Sorte wurden zu diesem Zwecke in kleinen Bechergläschen mit Sporen, welche durch Verstäuben von Botrytisräschen gewonnen waren, so zusammenge-

[1]) Zur Biologie der Botrytis cinerea. — Inaug. Diss. 1889.

schüttelt, dass der mikroskopischen Untersuchung zufolge, mindestens 300—500 Sporen der Oberfläche eines Samen anhafteten.

Je 50 derartig behandelte Samen wurden alsdann mit folgenden Flüssigkeiten übergossen und in diesen $^1/_2$ — 1 Stunde belassen:

I: Dest. Wasser.
II: 2 proc. Kupfervitriollösung Einwirkungsdauer a: $^1/_2$ Std.; b: 1 Std.
III: 0,2 proc. Sublimat „ a: $^1/_2$ „ b: 1 „
IV: 0,5 proc. Carbolsäure „ a: $^1/_2$ „ b: 1 „
V: 0,5 proc. Salicylsäure „ a: $^1/_2$ „ b: 1 „
VI: 0,1 proc. Creosot „ a: $^1/_2$ „ b: 1 „

Zum Vergleich wurden noch in dest. Wasser angesetzt:

VII: 50 Samen, welche erst mit Sporen inficiert worden waren, nachdem sie durch Erhitzen getödtet waren. Diese Reihe sollte über die Keimfähigkeit der Botrytissporen Aufschluss geben.

VIII: 50 Samen derselben Sorte, **nicht** inficirt.

Die Lösungen wurden nach Ablauf der angegebenen Zeit durch dest. Wasser ersetzt. Dass dabei darauf Bedacht genommen war, die desinficierende Flüssigkeit vollständig zu entfernen, ohne zugleich wieder sämmtliche Sporen mit abzuschwemmen, geht aus den Resultaten des Versuchs hervor. Auch bei R. I. u. VII. wurde das dest. Wasser erneuert, um die Bedingungen für alle Reihen möglichst gleichmässig zu gestalten.

Nach einer 12stündigen Quellung in dest. Wasser wurden die Samen in üblicher Weise zum Keimen angesetzt.

Bereits nach 5 Tagen war das Resultat klar zu übersehen. Die Reihen verhielten sich folgendermassen:

		Proc. der gekeimten Samen.	
R. I:	(Dest. Wasser)	50.	Die nicht gekeimten Samen mit Mycel besetzt.
„ II a:	(Kupfervitriol)	0.	„ „ „ „ „ „ „ „
„ II b:	(Kupfervitriol)	0.	„ „ „ „ „ „ „ „
„ III a:	(Sublimat)	75.	„ „ „ „ frei von Mycel.
„ III b:	(Sublimat)	70.	„ „ „ „ „ „ „
„ IV a:	(Carbolsäure)	50.	„ „ „ „ mit Mycel.
„ IV b:	(Carbolsäure)	25.	„ „ „ „ „ „
„ V a:	(Salicylsäure)	75.	„ „ „ „ „ „ , aber
„ V b:	(Salicylsäure)	65.	dasselbe ist in a und b nur gering.
„ VI a:	(Creosot)	50.	Die nicht gekeimten Samen mit Mycel.
„ VI b:	(Creosot)	0.	„ „ „ „ „ „
„ VII:		0.	Die Samen erscheinen in der Farbe wenig verändert, sind vollständig mit dichtem, sehr starkem Mycel bedeckt, das bereits Fruchtträger bildet.
„ VIII:		75 Proc.	Zwei der nicht gekeimten Samen ebenfalls mit Mycel.

War das Mycel nicht schon mit blossem Auge wahrnehmbar, so wurden die Samen mikroskopisch untersucht. Dabei ergab sich, dass nur auf den mit Sublimat behandelten Samen die Sporen ausnahmslos getödtet waren: es ist dies zugleich das einzige Mittel, welches auch bei einer einstündigen Einwirkungsdauer die Keimkraft der Samen nicht herabgemindert hat. Kupfervitriol*) zerstörte die Keimfähigkeit der Levkojensamen vollständig (auch bei Anwendung von 0,5 procentiger Lösung!), während ziemlich viele Sporen noch einen Keimschlauch trieben. Carbolsäure und Creosot haben in keiner Beziehung sich bewährt.

Ausser Sublimat konnte für unsern Zweck demnach nur noch Salicylsäure in Frage kommen, da dieselbe die Samen, mindestens bei $^1/_2$ stündiger Einwirkung, nicht ungünstig beeinflusste, wenn auch manche der Pilzsporen noch zur Keimung gelangten.

Durch einen erneuten Versuch wurde das für Sublimat und Salicylsäure gewonnene Ergebniss noch einmal controlirt. Folgende

---

*) Ein Vorversuch hatte bereits ergeben, dass Kupfervitriol in geringerer Concentration die Keimfähigkeit der Botrytis-Sporen nicht aufhob. Diese Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen ein Fungicid, das zur Vernichtung der Peronosporeen, Ustilagineen und vieler anderer Pilze so vorzüglich sich eignet, ist in einer für den Weinbau wichtigen Frage von grosser praktischer Bedeutung. In verschiedenen Gegenden will man nämlich in den letzten Jahren die Beobachtung gemacht haben, dass in Folge der Bespritzung der Reben mit Kupferpräparaten die durch Botrytis cinerea verursachte Edelfäule der Trauben, welche besonders feine und werthvolle Weinsorten ergiebt, eine bedeutende Verzögerung erlitt oder überhaupt nicht eintrat. Diese namentlich aus einigen Gebieten Frankreichs gemeldete schädliche Nebenwirkung des Kupfervitriols würde natürlich, falls sie sich bestätigen sollte, geeignet sein, das in vielen Weinbaudistrikten leider noch immer vorhandene Misstrauen gegen das Bespritzen der Rebstöcke wesentlich zu verstärken. Neueren Berichten zufolge ist indessen die Sachlage durchaus nicht so schlimm. So theilt Schlegel (in „Weinb. u. Weinh." 1891. IX.) mit, dass im Jahre 1889 die Edelfäule in den bespritzten Weingärten sogar früher auftrat, als in den nicht bespritzten, wohl in Folge besserer Entwicklung der Trauben. Nach R. Goethe (Weinb. u. Weinh. 1891. IX. No. 8.) müssen die in Frankreich gemachten Beobachtungen auf zu späte Bespritzung mit sehr starken Lösungen, wie man sie gegen Black-Rot anwendet, zurückgeführt werden. Bei den Trauben des Frühburgunders im Anstaltsgarten zu Geisenheim, die zur normalen Zeit reiften, war seit der zweiten Bespritzung erst so kurze Zeit verflossen, dass sich die pilzhemmende Wirkung des Kupfervitriols hätte zeigen müssen. Botrytis und Penicillium fanden sich aber auf denselben ebenso reichlich entwickelt, und der Procentsatz gefaulter Trauben war genau derselbe, wie in früheren Jahren, in welchen eine Behandlung mit Kupfervitriol unterblieben war. R. Goethe wirft daher in Berücksichtigung der Thatsache, dass die Sporen der Peronospora viticola bereits durch sehr verdünnte Lösungen von Kupfersalzen am Auskeimen verhindert werden, die Frage auf, ob sich vielleicht der Kupfervitriol in seiner Wirkung auf einzelne Pilze verschieden verhalte. Nach dem Ergebniss der oben mitgetheilten Versuche, welches für die erfreulichen Beobachtungen von Schlegel und Goethe eine Erklärung liefert, ist diese Frage unbedingt zu bejahen.

Zusätze wurden zu den künstlich mit Sporen inficierten Samen gegeben:

I a	Dest. Wasser.		
b			
II a	0,1 proc. Sublimat.	½	Std.
b		1	„
III a	0,2 „ „	½	„
b		1	„
IV	Salicylsäure	1	„

V Dest. Wasser, Samen nicht mit Sporen inficiert; diente zum Vergleich.

Bis zum 5. Tag waren von je 100 Samen gekeimt:

I a: 50, b: 47; II a: 63, b: 69; III a: 62, b: 71; IV: 54; V: 63

Sämmtliche mit Sublimat behandelte Reihen waren frei von Mycel, das sich bei R. I a und b sehr reichlich, bei R. IV in spärlicher Menge vorfand. Aus obigen Zahlen ist zugleich ersichtlich, dass Sublimat die Keimkraft der Samen eher begünstigt, als schädigt, ein Verhalten, welches wir schon öfters bestätigt fanden, und das sich wohl dadurch erklärt, dass die in jeder Saat vorkommenden schwächlicheren Samenkörner, welche leicht durch Pilze zerstört werden können, bei Abwesenheit der letzteren noch zur Keimung gelangen.

In Folge dieses Versuchsergebnisses haben wir seit 1889 unsere sämmtlichen zur Aussaat bestimmten Levkojensamen vor dem Einquellen in Wasser mit Sublimat behandelt, welches, wie weitere Versuche ergaben, schon nach einer Einwirkungsdauer von einigen Minuten (eine noch kürzere Frist, welche an sich auch genügen würde, ist nicht mehr zulässig, weil sich um die Samen Luftblasen ansammeln, welche das Sublimat einige Zeit abschliessen) die auf der Oberfläche der Samen vorhandenen Sporen und Mycelien sicher tödtet. Seit Anwendung dieses Verfahrens ist die (durch Botrytis verursachte) Keimlingskrankheit nicht in einem einzigen Falle mehr aufgetreten. Aus denselben Samenposten, welche im Jahre 1888 eine so grosse Zahl kranker Pflänzchen geliefert hatten, gingen nach der Sublimatbehandlung im Jahre 1889 nur kräftige, gesunde Pflanzen hervor. Für die oben aufgestellte Behauptung, dass diese Samen, resp. die aus ihnen erwachsenen Pflänzchen für die Krankheit nicht an sich besonders prädisponirt waren, ist dadurch der exacte Beweis geliefert.

Dass nicht etwa im Jahre 1889 die Keimkraft der auf den Samen 1887er und 1888er Ernte vorhandenen Botrytissporen schon abgenommen hatte, geht daraus hervor, dass diese Samen noch im Jahre 1891, soweit sie überhanpt noch keimfähig waren, an der Keimlingskrankheit

leidende Pflänzchen lieferten, wenn die ihnen anhaftenden Sporen nicht durch Sublimat getödtet waren.

Wir haben, um ganz sicher zu gehen, auch den Boden, in welchen die Keimlinge eingesetzt werden sollten, durch mehrmaliges Erhitzen auf 95° C. von lebenden Pilzkeimen befreit, da ein Versuch ergeben hatte, dass an sich gesunde Keimlinge in Botrytis-haltiger Erde ebenfalls erkranken. Irgend eine nachtheilige Wirkung dieser Boden-Sterilisation auf die Pflanzen konnten wir nicht wahrnehmen, wohl aber sind die Vortheile derselben sehr in die Augen fallend, da durch sie ausser den pilzlichen und thierischen Wurzelschädlingen auch die Unkräuter, welche sich sonst in Blumentöpfen einzustellen pflegen (und die oft lästigen Algen- und Moosräschen, falls deren Keime nicht wieder mit dem Wasser zugesetzt werden), vollständig beseitigt werden. Namentlich für Vermehrungshäuser möchten wir ein Erhitzen des zur Benützung gelangenden Bodens oder Sandes anempfehlen, da gerade in ihnen neben verschiedenen anderen Pilzen unsere Botrytis oft eine verhängnissvolle Rolle spielt.

Dass auch die oben geschilderte Bekämpfungsart der Keimlingskrankheit in der gärtnerischen Praxis in vielen Fällen Verwendung finden kann, halten wir für zweifellos. Jedenfalls ist so viel sicher, dass derartige Erscheinungen in jeder Gärtnerei gelegentlich in mehr oder minder heftiger Weise auftreten, meist aber in ihren Ursachen nicht erkannt oder verkannt werden. Zur Begründung dieser Behauptung muss ich auf eine Ergänzung vorliegender Arbeit verweisen, von der ich hoffe, dass sie noch in diesem Jahre zur Veröffentlichung gelangen kann.

Bei Arbeiten mit Sublimat, als eines der heftigsten Gifte, ist allerdings höchste Vorsicht geboten. Glücklicher Weise giebt es noch ein anderes, ungefährliches Mittel, durch welches eine fast gleich günstige Wirkung, wie mit Sublimat erzielt wird. Es ist dies absoluter Alkohol, den ich erst nach den vorstehend beschriebenen vergleichenden Versuchen mit verschiedenen Desinfectionsmitteln auf seine Verwendbarkeit prüfte. Derselbe tödtet die meisten Pilzsporen sehr schnell, während er in Samen und Blätter nicht leicht eindringt. So verloren die auf verschiedenen Rhododendron- und Azalea-Arten auftretenden Räschen von Chrysomyxa Rhododendri De By. sofort nach dem Betupfen mit Alkohol ihre gelbe Farbe und starben ab, die Blätter aber blieben vollständig unbeschädigt. Ebenso günstig war der Erfolg bei Camelien, die von Pestalozzia Guepini Desm. befallen waren. Die Anwendung dieses Mittels in der gärtnerischen Praxis möchte ich da-

her dringend empfehlen, namentlich in allen Fällen, wo es sich um scharf umschriebene Pilzflecke auf Blättern, Früchten pp. von Gewächshauspflanzen handelt. Selbst für verschiedene zartblättrige Pflanzen konnte ich konstatieren, dass sie ein nicht zu oft wiederholtes Bepinseln oder Betupfen mit Alkohol gut ertragen. Ein wesentlicher Punkt ist aber bei Benützung des Alkohols nicht zu übersehen: nur absoluter Alkohol darf verwendet werden, verdünnter ist schädlich. Die Keimkraft guter Levkojensamen war nach $^1/_2$ stündiger Einwirkung von 50 procentigem Alkohol nahezu erloschen, während dieselben, 10 Stunden in absolutem Alkohol belassen und dann nach sorgfältigem Auswaschen in Wasser zur Quellung übertragen, vollständig normal und in demselben Procentsatz keimten, wie die unbehandelten.

Diejenigen Reihen der oben erwähnten Versuche, bei welchen Botrytis im Keimbett zur Entwickelung gelangte, gaben auch Gelegenheit, das Verhalten des Pilzes gegen die Samen und jungen Keimlinge zu studieren. Ein Theil der letzteren wurde im Keimbett[1]) zur weiteren Beobachtung belassen, ein andrer Theil in Erde pikirt. Es ist zunächst hervorzuheben, dass die Zahl der keimenden Samen in den mit Botrytis inficierten Reihen stets geringer war, als in den übrigen. Das durch Wachsthum in der Samenschale gekräftigte Mycel war bei manchen Samen sofort auf den Embryo selbst übergegangen und hatte dessen Auskeimung vollständig verhindert. Diejenigen (wohl kräftigeren) Samen aber, welche wirklich zur Keimung gelangt waren, verhielten sich ganz anders, indem sie dem Eindringen des Pilzes einen bemerkbaren Widerstand entgegensetzten. Ihre Würzelchen erreichten eine Länge von meist über 10 mm, bevor sie eine schädliche Einwirkung des Pilzes erkennen liessen, und diese war zunächst eine so geringe, dass sie, hätte man sie nicht erwartet, jedenfalls übersehen worden wäre. Dieselbe bestand darin, dass die Wurzelhaare nicht mehr gleichmässig die ganze Wurzel umgaben, sondern mehr oder minder grosse Lücken zwischen sich zeigten. Erst ca. 5—8 Tage nach erfolgter Auskeimung nahm der bis dahin rein weisse Wurzelkörper eine gelbliche Färbung an, die dann ziemlich rasch in dasselbe schmutzige Braun überging, welches an den vertrockneten Wurzeln der im Boden wachsenden Pflänzchen als Symptom der Krankheit erkannt wurde. Die Keimschläuche des Pilzes waren in diesem Falle, — dies wurde auch durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt, —

[1]) Als solches diente in den Fällen, wo eine künstliche Infection ausgeführt worden war, der Nobbe'sche Keimaparat, der vor dem Fliesspapier den Vortheil hat, dass er sich vollkommen sterilisieren und steril erhalten lässt.

also erst nach Verlauf einer gewissen Zeit im Stande, in den Wurzelkörper selbst einzudringen. Daraus erklärt sich die auffallende Erscheinung, dass an den im Boden wachsenden Pflänzchen die Krankheit erst auftrat, nachdem die Keimlinge bereits gut aufgelaufen waren.

Nach meinen Beobachtungen an den Keimlingen im Keimbett gelingt es dem Pilz meist erst dann in die Wurzel überzugehen, wenn er zuvor den grösseren Theil der Wurzelhaare getödtet und dadurch die Wurzel geschwächt hat. Diese Haare bieten, soweit sie mit Botrytis in Berührung kommen, ein eigenartiges Bild dar. Sie haben nicht mehr die Gestalt eines einfachen Schlauches, sondern sind vielfach verzweigt, verkrümmt und stellenweise aufgeblasen. Es dürfte sich hier meist um eine Wirkung der Stoffwechselprodukte des Pilzes handeln. Mehrmals habe ich jedoch auch wahrgenommen, dass den Haaren ansitzende Sporen Keimhyphen in deren Lumen treiben, welche jedoch in den noch widerstandsfähigen Wurzelhaaren rasch sich verdünnen, die Membran verlieren und sich auflösen. Das Haar reagirt darauf ebenfalls mit Verkrümmungen und vermag von nun an den Kampf mit nachfolgenden Pilzhyphen nicht mehr erfolgreich durchzuführen. So sehen wir denn an einer befallenen Wurzel alle Uebergänge von vollkommen gesunden Haaren zu den verzweigten und aufgeblasenen und von diesen endlich zu gänzlich abgestorbenen, in sich zusammengefallenen. Ist letzteres Stadium bei einer grösseren Zahl von Wurzelhaaren eingetreten, so findet man die Pilzfäden auch im Innern der Wurzeln, in welchen sie bis zum hypocotylen Gliede vordringen.

Bei den im Boden pikirten Keimlingen liegt die Sache insofern etwas anders, als im Keimapparat, als einerseits der Pilz mehr Gelegenheit findet durch saprophytische Ernährung seine Wirkungskraft zu stärken, andrerseits aber die Lebensthätigkeit und dadurch die Widerstandsfähigkeit des Keimlings wesentlich erhöht ist. Dieses Verhältniss gelangt deutlich zum Ausdruck durch die Thatsache, dass im Boden die Zahl der vor oder sofort nach dem Keimen getödteten Samen beträchtlich grösser ist, als im Keimbett, dagegen von den aufgegangenen Keimlingen nur mehr ein geringer Theil dem Pilze zum Opfer fällt, während derselbe im Keimbett allmählich auf sämmtliche Keimlinge übergeht.

Anhangsweise möchte ich hier noch die Vorkommnisse der Botrytis auf einigen anderen Culturpflanzen besprechen.

Die grünen Theile der Levkoje sind vor den Angriffen des Pilzes zweifellos geschütztdurch ihren verhältnissmässig geringen Wassergehalt, ihre kräftige Epidermis und deren grosse Sternhaare. Dass auch die stoffliche Zusammensetzung der Nährpflanze, welche E. Kissling [1]) neben den ersteren Faktoren für bedeutungsvoll hält, in unserem Falle eine dem Pilze ungünstige ist, geht aus der immerhin grossen Widerstandsfähigkeit der Wurzelhaare und der Wurzel selbst, sowie aus der bereits erwähnten Thatsache hervor, dass in Wunden von grünen Blättern gesunder Pflanzen eingebrachte Sporen oder Mycelien nicht im Stande sind, das Blattgewebe zu zerstören.

Pflanzen mit saftigeren Stengeln und Blättern werden von dem Pilze viel leichter ergriffen. So beobachtete ich an **Balsaminen** (Impatiens Balsamina) eine durch denselben veranlasste Krankheit, welcher viele Pflanzen zum Opfer fielen. Dieselbe zeigte in ihren Symptomen volle Uebereinstimmung mit der von A. B. Frank[2]) beschriebenen „Stengelfäule der Balsaminen." Während aber Frank nur Sclerotien, nie Gonidenträger an dem Mycel des verursachenden Pilzes wahrnahm, kann ich gerade das Gegentheil berichten. Auf den „wie gekocht" aussehenden erkrankten Stengeln war stets nur Botrytis cinerea zu constatieren, Sclerotien traten auf denselben erst zahlreich im nächsten Frühjahr auf, nachdem sie den Winter über in feuchtem Sand gelegen hatten. Sclerotium Balsaminae Frank dürfte demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Peziza Fuckeliana gehören.

Es wäre von grossem Interesse, wenn es gelänge, die Ursachen festzustellen, welche das wechselnde Auftreten der einzelnen Entwicklungsformen dieses Pilzes bedingen.

Das Mycel desselben siedelt sich zunächst in den unteren verwelkenden Blättern saprophytisch an und wandert von diesen aus, jetzt als echter Parasit, in den Stengel ein. Dasselbe habe ich in besonders instructiver Weise an **Buchweizen** (Polygonum Fagopyrum) wahrgenommen, der massenhaft zu Grunde ging zur Zeit, als die Cotyledonen abfielen. Es zeigte sich, dass auf den letzteren sich Botrytis angesiedelt hatte, deren Mycel bald durch den Stiel der Cotyledonen in die Stengel überging und das Umfallen derselben bewirkte. Von der Stunde an, wo die Cotyledonen sämmtlicher Pflanzen abgeschnitten wurden, nachdem sie vorher, um das Verstäuben

1) a. a. O. p. 18.
2) Die Krankheiten der Pflanzen, Handbuch pp. 1880. S. 544.

der Sporen zu verhindern, mit Alkohol benetzt worden waren, ging nicht eine einzige Pflanze mehr zu Grunde.

Merkwürdiger Weise wird auch der Stengel von **Hanfpflanzen**, der doch anscheinend keine Eigenschaft besitzt, welche die Ansiedlung von Botrytis begünstigen könnte, von diesem Pilze befallen.

Als Ursache des „Hanfkrebses" ist von Tichomiroff[1]) Peziza Kaufmanniana beschrieben worden. Die Myceliumfäden dieses Pilzes wuchern in der Rinde und im Bast und erfüllen die Markhöhle als ein schimmelartiges Gewebe, in welchem sich Sclerotien ausbilden. De Bary ist es gelungen, durch Impfversuche mit Peziza Sclerotiorum Lib. an jungen Hanfpflanzen dieselbe Krankheit hervorzurufen, so dass die beiden Species möglicherweise identisch sind. Dieselben bilden keine Botrytisfruchtträger, sondern nur Sclerotien. Bei Iglò in Ungarn wurde dagegen eine Krankheit des Hanfes beobachtet, die dem eigentlichen Hanfkrebs sehr nahe steht, und nur dadurch sich unterscheidet, dass nicht Sclerotien, sondern Botrytis-Fruchtträger bei derselben auftreten, welche als Botrytis infestans (Hazl.) Sacc. beschrieben worden sind.[2]) Als besonders characteristisch wird angegeben, dass der Pilz zunächst die männlichen Pflanzen befällt, und erst später auch auf die weiblichen übergeht.

In den Jahren 1889 u. 1890 hatte ich Gelegenheit, an von uns im Freiland gezogenen Hanfpflanzen ein Krankheit auftreten zu sehen, deren Symptome mit der vorhergehend beschriebenen genau übereinstimmten. Dieselbe bot auch, abgesehen von dem Fehlen der Sclerotien, ein dem echten Hanfkrebs entsprechendes Bild. Die verursachende Botrytis schien mit der Levkojenbotrytis nicht identisch. Durch Vergleich von Reinculturen beider Formen auf Gelatine überzeugte ich mich jedoch auf das Bestimmteste, dass ein erheblicher Unterschied zwischen beiden thatsächlich nicht besteht, mit andern Worten, dass die auf dem Hanf auftretende Schimmelform unsere durch abweichende Ernährungsbedingungen etwas verändert erscheinende Botrytis cinerea ist.

Demnach sind nicht weniger als 4 Peziza (Sclerotinia-) -Arten als Erzeuger des Hanfkrebses in Anspruch zu nehmen, nämlich

1.) Peziza Kaufmanniana Tich.
2.) Peziza Sclerotiorum Lib.
3.) Peziza Fuckeliana De By. (Botrytis cinerea Pers.)
4.) ? (Botrytis infestans Hazl.)

Es dürfte wohl bei näherer Prüfung sich ergeben, dass ebenso wie 1 u. 2 so auch 3 u. 4 identisch sind.

1) Bull. soc. naturalistes de Moscou 1868. nach Sorauer, Pflanzenkrankheiten. 2. B. 289.
2) Nach Saccardo, Sylloge Fungorum Vol. IV. p. 130.

Der Krebs des Hanfstengels trat in den von mir beobachteten zahlreichen Fällen immer erst im Spätsommer auf, zunächst ausschliesslich auf männlichen Pflanzen. Es dürfte dies darin seinen Grund haben, dass diese eher ihre Vegetation abschliessen, als die weiblichen Individuen, daher auch frühzeitiger der Botrytis zugänglich werden, welche zweifellos an der Stelle, wo ein abgefallenes Blatt angesessen hat, in das Gewebe der Pflanze eindringt. Die Krankheit verlief für die befallenen Pflanzen immer tödtlich, doch kamen die Samen meist noch zur Reife. Durch Herausschneiden der oft 10 cm langen erkrankten Stelle und Desinfection derselben mit Alkohol gelang es sehr oft, das Weiterumsichgreifen des Pilzes zu verhindern, wodurch auch zugleich der Beweis dafür geliefert war, dass nicht die ganze Pflanze von Mycel durchzogen ist, die Infection also nicht schon in der jugendlichen Pflanze erfolgt, wie es bei Peziza Kaufmanniana vermuthet wird.

Auf den Hanfstengeln, welche den Winter über aufbewahrt wurden, entstanden im Frühjahr massenhaft Sclerotien von der Grösse und dem Aussehen der Levkojensclerotien. Die Pezizaform hat sich bis jetzt auf denselben noch nicht entwickelt.

Nachtrag. E. Behrens, der kürzlich über das Auftreten des Hanfkrebses im Elsass berichtete (in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1891. I. S. 208), fand an ihm im August 1890 zugeschickten erkrankten Hanfpflanzen ebenfalls Gonidienträger von der Form der gemeinen Botrytis cinerea Pers., deren Zusammenhang mit den gleichzeitig vorhandenen Sclerotien in mehreren Fällen zweifellos constatirt werden konnte. An Material, das 1891 eingesandt wurde, waren nur Sclerotien vorhanden, Botrytis fehlte vollständig. Behrens neigt zu der Ansicht, dass es sich hier nicht um zwei verschiedene Sclerotinia-Arten, sondern nur um zwei verschiedene Wuchsformen der Sclerotinia (Peziza) Fuckeliana De By handle, indem die Botrytisfructification bald auftritt, bald nicht. Ich theile diese Anschauung, welche namentlich auch durch die von mir an Balsaminen gemachten Beobachtungen unterstützt wird, vollständig. Die oben erwähnten Infectionsversuche De Barys mit Sclerotinia Libertiana Fuck. (Peziza Sclerotiorum Lib.) ergeben jedoch, dass thatsächlich 2 verschiedene Sclerotinia-Arten den Krebs des Hanfes verursachen können.